

**LIBRO:** **CSV. CONSERVACIÓN**

**TEMA:** **CAR. Carreteras**

**PARTE:** **4. TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN**

**TÍTULO:** 02. Pavimentos

**CAPÍTULO:** 006. *Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo*

### **A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en los trabajos de construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo, para la reconstrucción de pavimentos.

### **B. DEFINICIÓN**

Es el conjunto de actividades que se requieren para colocar y compactar mediante compactadores de rodillos lisos vibratorios y pata de cabra, una mezcla de agregados pétreos, cemento Pórtland y agua en baja proporción, formando una subbase o base rígida de concreto hidráulico, para la reconstrucción o refuerzo de pavimentos.

### **C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras .....	N-PRY-CAR-10-03-001
Prácticas Ambientales durante la Construcción de las Obras .....	N-CTR-CAR-1-10-001
Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación .....	N-CSV-CAR-2-05-011

Calidad de Cemento Pórtland .....	N·CMT·2·02·001
Materiales para Bases Tratadas .....	N·CMT·4·02·003
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M·CAL·1·02

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen para la construcción de subbases o bases de concreto compactado con rodillo serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·2·02·001, *Calidad de Cemento Pórtland* y N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los agregados pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- D.2.** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características del concreto compactado con rodillo, utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la Secretaría para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en las Fracciones D.1. y D.2. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.4.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. y D.2. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la construcción de subbases o bases de concreto compactado con rodillo, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o por la Secretaría, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación o el que indique la Secretaría, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**E.1. PLANTA DE MEZCLADO**

Contará como mínimo con:

- E.1.1.** Tolvas o silos para almacenar los agregados pétreos y el cemento Pórtland, protegidos de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos quince (15) minutos sin ser alimentados, y divididos en tres compartimientos para almacenar los agregados pétreos en tres tamaños diferentes.
- E.1.2.** Dispositivos para dosificar los agregados pétreos por masa, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la masa acumulada, o en más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la masa individual de cada fracción, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Secretaría, por volumen y que permitan un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.
- E.1.3.** Dispositivos para dosificar el cemento Pórtland por masa, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento.

- E.1.4.** Dispositivos para dosificar el agua, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida, y los aditivos con una aproximación de más menos tres ( $\pm 3$ ) por ciento de la cantidad necesaria según el proporcionamiento. En el caso del agua y los aditivos líquidos, éstos pueden medirse por volumen con una precisión equivalente.
- E.1.5.** Cámara mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- E.1.6.** Dispositivo de suma acumulada, sin restitución, para contar correctamente el número de bachas producidas durante su operación.
- E.1.7.** Tolva gobernadora al final de la banda de descarga, en las plantas de mezclado continuo, para reducir la caída libre del concreto hidráulico y evitar su segregación, así como para permitir manejar el concreto entre descargas a los camiones.

## **E.2. ESTABILIZADORAS**

Si la mezcla de los materiales se hace en el camino, se utilizarán estabilizadoras autopropulsadas, capaces de mezclar uniformemente los agregados pétreos con el cemento y el agua. Tendrán una cámara o tolva de mezclado, provista de tornillo sinfín o de rotor con aspas y espreas para añadir el agua necesaria y el cemento. Contarán con dispositivos de ajuste para controlar el espesor y el ancho de la capa durante el tendido.

## **E.3. MOTOCONFORMADORAS**

Autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de tres coma sesenta y cinco (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de cinco coma dieciocho (5,18) metros.

## **E.4. EXTENDEDORAS**

- E.4.1.** Si la mezcla de los materiales se realiza en una planta de mezclado, para su colocación se utilizarán extendedoras autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la capa que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares, en su caso. Estarán equipadas con los dispositivos

necesarios para un adecuado tendido de la subbase o base, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora del concreto hidráulico con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador; y sensores de control automático de niveles .

**E.4.2.** Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores de niveles, estarán colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que afecte las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, la Secretaría, a su juicio, podrá permitir al Contratista de Obra terminar el tendido del día, mediante el uso del control manual de la extendidora; sin embargo, el tendido se podrá reiniciar sólo cuando los controles automáticos funcionen adecuadamente.

**E.4.3.** Es recomendable contar además, con un equipo especial para verter el concreto hidráulico a la extendidora, evitando que el camión vacíe directamente a las tolvas de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la subbase o base.

## **E.5. COMPACTADORES**

Pata de cabra y lisos vibratorios, autopropulsados y reversibles. Los lisos estarán y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos, equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40"), en todos los casos.

## **E.6. EQUIPO DE CURADO**

Diseñado para asegurar una aplicación uniforme de la membrana de curado sobre la subbase o base de concreto compactado. Contará con un tanque de almacenamiento dotado de un dispositivo interior de agitación para mantener el producto de

curado completamente mezclado durante el proceso. La aplicación de la membrana de curado se realizará mediante el uso de rociadores mecánicamente operados a presión, equipados con boquillas que cuenten con un dispositivo tipo escudo o capuchón para evitar la desviación del rocío por efectos del viento.

### **E.7. EQUIPOS DE CORTE**

Con disco abrasivo o de diamante, del tamaño, la potencia y la capacidad que se requieran para formar las juntas mediante cortes con la profundidad mínima establecida en el proyecto.

### **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales y productos que se utilicen para la construcción, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N·CMT·2·02·001, *Calidad de Cemento Pórtland* y N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### **G. EJECUCIÓN**

#### **G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

- G.1.1.** Para la construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.
- G.1.2.** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la subbase o la base, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y tratados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.
- G.1.3.** Si los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización se hacen sobre la superficie donde se construirá la subbase o la base, el tránsito se distribuirá sobre todo el ancho de dicha superficie, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

- G.1.4.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, cuando la subbase o base de concreto compactado con rodillo se construya sobre una subrasante o una subbase hidráulica, se le dará a ésta un riego ligero de agua para evitar la pérdida de humedad en el concreto hidráulico. Es responsabilidad del Contratista de Obra establecer el lapso entre el riego de agua y el inicio de la construcción de la subbase o base.
- G.1.5.** Se descargará el material sobre la subrasante o la subbase, según sea el caso, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.
- G.1.6.** Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el cemento y el agua, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar el contenido de agua adecuado y obtener homogeneidad en granulometría, contenido de cemento y agua. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte, en la planta de mezclado.

## **G.2. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES**

- G.2.1.** Los agregados pétreos, el cemento Pórtland y los aditivos que se empleen en la construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un concreto hidráulico homogéneo, con la resistencia establecida en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, de forma que en su estado fresco tenga un revenimiento de cero (0).
- G.2.2.** El proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Esta determinación será responsabilidad del Contratista de Obra.
- G.2.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de agregados pétreos, cemento Pórtland y aditivos utilizados en la construcción de subbases o bases de concreto compactado con rodillo, no se obtiene un concreto hidráulico con las características

establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

- G.2.4.** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de concreto hidráulico a otro, hasta que las tolvas de la planta hayan sido vaciadas completamente y los depósitos de alimentación de los agregados pétreos sean cargados con el nuevo material.

### **G.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán subbases y bases de concreto compactado con rodillo:

- G.3.1.** Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- G.3.2.** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- G.3.3.** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas, esté por debajo de lo cuatro (4) grados Celsius.
- G.3.4.** Cuando la temperatura ambiente sea de cuatro (4) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo las subbases y bases de concreto compactado con rodillo pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de dos (2) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

### **G.4. TRABAJOS PREVIOS**

#### **G.4.1. Señalamientos y dispositivos de seguridad**

Antes de iniciar los trabajos de construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme a la Norma N·PRY·CAR·10·03·001,

*Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras*, como se indica en la Norma N-CSV-CAR-2-05-011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación* y contará con los bandereros que se requieran, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

#### **G.4.2. Mezclado del material**

Los agregados pétreos, el cemento Pórtland, el agua y los aditivos, se mezclarán mediante uno de los siguientes procedimientos.

##### **G.4.2.1. Mezclado en planta**

- a) En plantas del tipo pugmill o de tambor rotatorio, la dosificación de los agregados, el cemento y el agua, se hará por masa.
- b) En mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los agregados, el cemento y el agua, puede hacerse por masa o por volumen.
- c) Una vez que se le hayan incorporado todos los componentes, el concreto hidráulico se transportará al sitio de su colocación, de forma que no se altere para que pueda ser extendido y compactado.

##### **G.4.2.2. Mezclado en el lugar**

- a) Los agregados pétreos se tenderán en el lugar de la obra. En el caso de mezclas de dos o más agregados pétreos, se tenderán una vez mezclados y homogeneizados, con las proporciones necesarias para obtener un concreto compactado con rodillo con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

- b) Se mezclará el material tendido con la estabilizadora, incorporando y distribuyendo el cemento hasta obtener una mezcla uniforme.
- c) La estabilizadora será capaz de tratar todo el material tendido. En caso necesario, el material, el cemento y el agua se mezclarán y extenderán en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de mezclar y compactar al grado indicado en el proyecto o que apruebe la Secretaría.

#### **G.4.2.3. Mezclado con motoconformadora**

Salvo que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Secretaría, no se permitirá el uso de motoconformadora para el mezclado del material con el cemento y con el agua.

### **G.5. TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE SUBBASES O BASES DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO**

#### **G.5.1. Tendido y conformación**

- G.5.1.1.** Si el mezclado se hace en el lugar con estabilizadora, como se indica en el Párrafo G.4.2.2. de esta Norma, el concreto hidráulico quedará tendido y listo para ser compactado. Si el concreto es elaborado en planta, se extenderá en todo el ancho de la corona de la subbase o base empleando una extendedora, de manera que se obtenga una capa de espesor uniforme.
- G.5.1.2.** El concreto hidráulico se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Una vez compactada la última capa, como se indica en el Inciso G.5.2. de esta Norma, se obtendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.
- G.5.1.3.** La tolva de descarga de la extendedora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales; si ésta ocurre, no se permitirá su colocación y el Contratista de Obra reemplazará el concreto hidráulico por su cuenta y costo.

**G.5.1.4.** El tiempo entre el mezclado y el tendido del concreto hidráulico, será responsabilidad del Contratista de Obra, considerando que no se permitirá el tendido del concreto que haya iniciado su fraguado; en este caso, el Contratista de Obra repondrá el concreto por su cuenta y costo.

## **G.5.2. Compactación**

**G.5.2.1.** La compactación del concreto hidráulico se realizará inmediatamente después que haya sido colocado, antes de que inicie su fraguado, mediante un compactador pata de cabra y posteriormente con rodillos lisos vibratorios, dando las pasadas necesarias hasta alcanzar el cien (100) por ciento de la masa volumétrica máxima obtenida mediante la prueba AASHTO modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría señalen otra cosa. El tiempo entre el tendido del concreto y la compactación, será responsabilidad del Contratista de Obra, considerando que no se permitirá la compactación del concreto que haya iniciado su fraguado; en este caso, el Contratista de Obra retirará el concreto y lo repondrá por su cuenta y costo.

**G.5.2.2.** La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada y dejando sin compactar una franja de treinta (30) centímetros longitudinalmente, en la orilla donde se colocará, antes de siete (7) horas, la siguiente línea de tendido. Esta franja se compactará junto con la línea de tendido adyacente; si dicha línea de tendido se va a colocar ya que ha iniciado el fraguado del concreto hidráulico de la línea ya compactada, la franja sin compactar se retirará con la ayuda de una motoconformadora. En caso de que no se vaya a colocar antes de siete (7) horas otra línea de tendido, la compactación se realizará hasta la orilla.

**G.5.2.3.** A menos que la Secretaría apruebe lo contrario, sobre la capa ya compactada se hará un riego ligero de agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.

## G.6. JUNTAS

### G.6.1. Juntas longitudinales

Siempre que sea posible se evitará la formación de juntas frías longitudinales, para lo cual las líneas de tendido adyacentes se colocarán antes de que el concreto hidráulico inicie su fraguado o antes siete (7) horas, formando una unión monolítica entre ellas.

### G.6.2. Juntas de construcción

Las juntas de construcción serán formadas al final de las líneas de tendido, mediante un corte vertical, perpendicular a la dirección del tendido y retirando el concreto hidráulico de la rampa que forman los compactadores, de tal forma que el concreto en el extremo de la línea de tendido esté debidamente compactado y con los niveles establecidos en el proyecto o por la Secretaría. Esta operación puede realizarse con el concreto aun fresco o mediante su demolición, realizando previamente una incisión con un disco en la línea final, hasta un tercio ( $\frac{1}{3}$ ) del espesor de la losa.

### G.6.3. Juntas de transversales

Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, una vez que el concreto hidráulico haya endurecido lo suficiente para que no se despostille y antes de que se formen grietas naturales por contracción, se aserrará con el equipo de corte la subbase o base compactada con rodillo, para formar juntas transversales de contracción a cada dos (2) o dos coma cinco (2,5) metros, encajadas uno a diez (1:10) respecto al eje longitudinal de la carretera, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

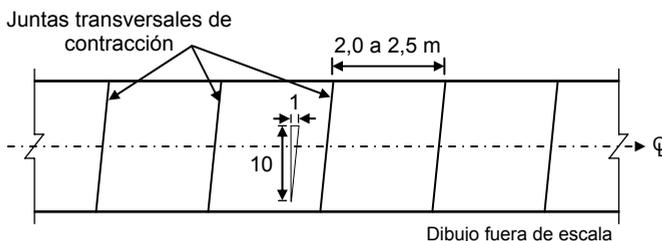


FIGURA 1.- Posición de las juntas transversales de contracción

**G.7. CURADO**

Después de terminada la compactación, con el equipo de curado se aplicará el material que indique el proyecto o apruebe la Secretaría para formar la membrana de curado en la superficie de la subbase o base, a menos de que sea necesario abrirla al tránsito, en cuyo caso el curado se hará con riegos de agua manteniendo la superficie húmeda durante por lo menos tres (3) días.

**G.8. PROTECCIÓN DE LA SUBBASE O BASE DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO**

Una vez concluida la compactación de la subbase o base de concreto compactado con rodillo, es recomendable que se protejan para evitar el tránsito durante su curado, a menos que sea indispensable abrirla al tránsito.

**G.9. ACABADO**

Al final de la jornada, las superficies adyacentes y demás áreas afectadas, quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, que afecten la operación de la carretera o que contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría.

**G.10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Durante el proceso de construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo, el Contratista de Obra tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme a lo señalado en la Norma N·CTR·CAR·1·10·001, *Prácticas Ambientales durante la Construcción de las Obras*, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Para ello es recomendable que el cemento y el agua, si se mezclan con los agregados en el lugar, se incorporan en forma de lechada.

**G.11. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las subbases y bases de concreto compactado con rodillo hasta que

hayan sido aprobadas por la Secretaría y recibidas al final de los trabajos contratados, cuando el tramo sea operable.

## **H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los trabajos de construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo se consideren terminados y sean aceptados por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

### **H.1. CALIDAD DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO**

**H.1.1.** Que los agregados pétreos, el cemento Pórtland y aditivos utilizados en el concreto compactado con rodillo, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. y D.2. de esta Norma.

**H.1.2.** Que las características del concreto hidráulico fresco hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría y que su revenimiento haya sido de cero (0).

### **H.2. COMPACTACIÓN**

Que la compactación de la subbase o de la base, inmediatamente después de compactada, determinada en calas ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

**H.2.1.** El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

- H.2.2.** Las calas se ejecutarán sin dañar la parte contigua a las mismas.
- H.2.3.** Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de concreto hidráulico usado en la subbase o base compactada con rodillo, compactándolo hasta alcanzar el cien (100) por ciento de la masa volumétrica máxima obtenida mediante la prueba AASHTO modificada o el grado de compactación que fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- H.2.4.** Todos los grados de compactación que se determinen en los puntos de comprobación, para ser aceptados, tendrán del cien (100) por ciento de la masa volumétrica máxima obtenida mediante la prueba AASHTO modificada o el grado de compactación fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con una tolerancia de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento.

### **H.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**

Que la resistencia a la compresión simple ( $f'_c$ ) a los veintiocho (28) días de edad en especímenes cilíndricos del concreto compactado, determinada en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, haya cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

- H.3.1.** El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = \frac{A}{600}$$

Donde:

- $c$  = Número de corazones por extraer, aproximado a la unidad superior
- $A$  = Superficie del tramo, (m<sup>2</sup>)

- H.3.2.** Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua a los mismos.
- H.3.3.** Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con concreto hidráulico de la misma resistencia de la subbase o base, enrasando su superficie.
- H.3.4.** La resistencia a la compresión promedio de cada cinco (5) corazones consecutivos, será igual a la resistencia establecida en el proyecto o mayor.
- H.3.5.** Cuando mucho dos (2) de los cinco (5) corazones a que se refiere el Inciso anterior, podrán tener una resistencia a la compresión menor que la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, pero nunca menor del noventa (90) por ciento de dicha resistencia.
- H.3.6.** En caso de que la resistencia a la compresión simple del concreto compactado con rodillo no cumpla con lo establecido en los Incisos H.3.4. y H.3.5. de esta Norma, el Contratista de Obra demolerá y remplazará la subbase o base en el tramo defectuoso, por su cuenta y costo.

#### **H.4. LÍNEAS Y NIVELES**

Que el alineamiento, perfil y sección de la subbase o la base compactada con rodillo, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma, para lo que se obtendrán los siguientes datos topográficos:

**TABLA 1.- Tolerancias para líneas y niveles**

Unidades en cm

Característica	Tolerancia	
	Subbase <sup>[1]</sup>	Base
Ancho de la corona, del eje a la orilla	+5	
Nivel de la superficie en cada punto nivelado, respecto al de proyecto	±1,5	±1

<sup>[1]</sup> En el caso de subbases para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirán con las tolerancias para bases indicadas en esta Tabla

- H.4.1.** Previamente a la construcción de la subbase o la base compactada con rodillo, en las estaciones cerradas a cada

veinte (20) metros, se nivelará la corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia ( $B$ ) igual al semiancho de la corona de la subbase o la base compactada con rodillo ( $A/2$ ), según sea el caso, menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de dicha corona, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma.

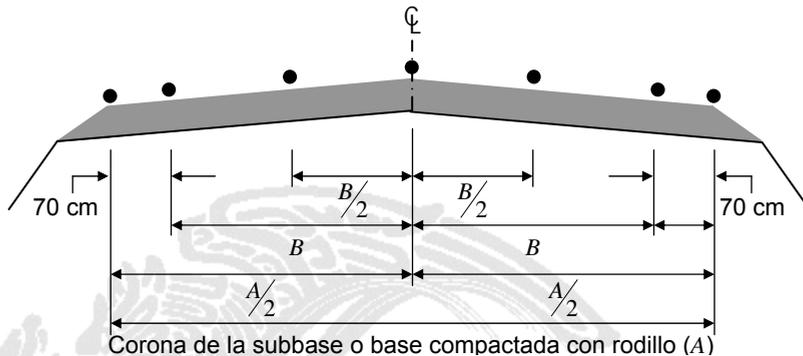


FIGURA 2.- Ubicación de los puntos por nivelar

**H.4.2.** Una vez compactada la subbase o la base, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso anterior, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados, y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona de la subbase o la base, según sea el caso, para verificar que esos niveles y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

**H.4.3.** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

## I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción

de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de subbase o base de concreto compactado con rodillo, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. El volumen se calculará con base en los levantamientos topográficos a que se refiere la Fracción H.4. de esta Norma, aplicando el método de promedio de áreas extremas.

## **J. BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de subbase o base de concreto compactado con rodillo, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición, incluyendo mermas y desperdicios, del cemento Pórtland, de los aditivos y del material para el curado; limpieza de los vehículos en que se transporten estos materiales; movimientos en el lugar de destino; carga al equipo de transporte y descargas que sean necesarias; transporte al lugar de almacenamiento y de éste al lugar de utilización, y cargo por almacenamiento.
- Desmante y despilme de los bancos; extracción de los agregados pétreos aprovechables y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarrees de los materiales hasta el sitio de su utilización y de los desperdicios, así como formación de los almacenamientos y clasificación de los agregados pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, descarga y almacenamiento del agua, así como su aplicación e incorporación.

- Dosificación y mezclado de los agregados pétreos, cemento Pórtland, agua y aditivos.
- Cargas en la planta del concreto hidráulico al equipo de transporte, su transporte al lugar del tendido y descarga.
- Operaciones de tendido y compactación hasta alcanzar el cien (100) por ciento de la masa volumétrica máxima obtenida mediante la prueba AASHTO modificada o el grado de compactación que fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Riegos de agua para el curado del concreto o curado con membrana, según sea el caso.
- Limpieza de las zonas afectadas durante y después de la construcción.
- Equipo de alumbrado y su operación.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y del concreto hidráulico, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la subbase o base de concreto compactado con rodillo hasta que sea aprobada y al final de los trabajos contratados, recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

#### **K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de la construcción de subbases y bases de concreto compactado con rodillo, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

#### **L. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluidos los trabajos de construcción de subbases o bases de concreto compactado con rodillo, la Secretaría los aprobará y al término de la obra los recibirá, conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.